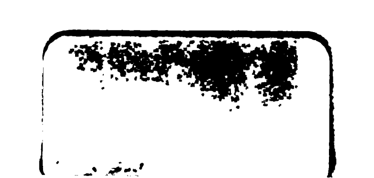

Natürlich Lüftung des Stuttgarter Thales.
TO BE TAKEN
FROM
THE LIBRARY.



Die natürliche Lüftung

des

Stuttgarter Thales.

Nachtrag zu dem Werke:
Die Stuttgarter Stadterweiterung mit volkswirtschaftlichem, hygieinischen und künstlerischen Gutachten.

Herausgegeben vom Stadtschultheissenamt Stuttgart

Stuttgart.
Druck und Verlag von W. Kohlhammer.
1902.

Die natürliche Lüftung des Stuttgarter Thales.

Für die Aufgabe der Stadterweiterung von Stuttgart ist es von der weittragendsten Bedeutung, ob man, abgesehen von den Lagen, die aus malerischen und technischen Gründen überhaupt für Landhausbauten reserviert werden sollen, für die Bebauung der äusseren Stadtviertel die Beibehaltung des charakteristischen Stuttgarter Bauwichs, vielfach sogar unter wesentlicher Vergrösserung desselben, konsequent durchführen will. Die verschiedenen Interessen, welche hiebei in Frage kommen, sind in dem Sammelwerk „Die Stuttgarter Stadterweiterung“ ans Licht gestellt und in eingehenden Gutachten erörtert worden. Dabei wurde die durchgehende Anbauung mit Seitenabständen vom volkswirtschaftlichen Gesichtspunkt aus energisch bekämpft, ebenso eine allzuweit gehende Beschränkung der Stockwerkzahl. Die aus solchen Beschränkungen sich ergebende Verteuerung des Bauens und damit des Wohnens wurde auch als hygieinisch ungünstig wirkend bezeichnet, weil sie die Ueberfüllung der Wohnungen mit ihren bekannten gesundheitlichen und sittlichen Schäden bedinge. Diesen Ausführungen schloss sich im wesentlichen das Gutachten eines auswärtigen Hygieinikers an, während der Stuttgarter Stadtarzt in seiner Aeusserung die Bedeutung des Wichs für die Lufterneuerung in der Stadt hervorhob und ihm einen Wert beimass, der alle etwaigen Nachteile in wirtschaftlicher und indirekt hygieinischer Beziehung ausgleiche, ja ihn geradezu unentbehrlich mache. Aus einem umfangreichen Zeitungsmaterial war zu ersehen, dass diese Meinung in Stuttgart eine sehr verbreitete ist und dass auch heute noch einer weitgehenden Beschränkung der baulichen Ausnützung des Grund und Bodens in nächster Nähe der Stadt durch Wiche und geringe Stockwerkszahl vielfach das Wort geredet wird. Die Anhänger dieser strengen Bauvorschriften gehen thatsächlich von dem Satze aus, dass es nur durch Wicheinhalten gelinge, der Stadt im allgemeinen und insbesondere der Altstadt die nötige Luftzufuhr zu verschaffen. Im guten Glauben an diese hygieinische Wichtigkeit des Bauwichs und in dem Gefühle der Verpflichtung, eine ihnen richtig erscheinende Massregel auch gegenüber der Notwendigkeit von grossen Opfern verteidigen zu müssen, wurde von den Vertretern dieser Ansicht auch der meteorologische Vorgang der natürlichen Lüftung des Stuttgarter Thales in einer Weise aufgefasst und dargestellt, welche die Vorschrift des Bauwichs und der geringen Häuserhöhe berechtigt erscheinen lässt.

Der an mich ergangenen Aufforderung, mich über diese Frage gutachtlich zu äussern, komme ich um so lieber nach, als es sich nach meiner Meinung hier im Grunde nur um eine, allerdings leider weitverbreitete falsche Auffassung des Wesens der Luftströmungen handelt, aus welcher dann alle weiteren und für die vorliegende Frage so schwerwiegenden, irrigen Folgerungen hervorgehen.

Es ist ein begreiflicher und bis zu einem gewissen Grade entschuldbarer Fehler, der nicht nur in Laienkreisen begangen wird, sondern auch in den Fachkreisen der Meteorologie manche richtige Erkenntnis lange verhindert hat, wenn man die Strömungen der Luft immer wieder als gleichartig mit den Strömungen in einer Flüssigkeit, im Wasser, behandelt. Strömungen im Wasser können wir so sehr viel leichter mit dem Auge verfolgen, während die Luftströmungen zumal auf grössere Strecken und Entfernungen hin dem Auge meist unsichtbar bleiben. Auch experimentell sind Wasserströmungen viel leichter zu behandeln, als Luftströmungen. Bei diesen Schwierigkeiten, welche für die Untersuchung der Luftströmungen bestehen, ist es begreiflich, dass man die leichter zu erforschenden Eigenschaften der Flüssigkeitsströmungen einfach auf die Luftströmungen übertragen hat und ausser den engeren Fachgrenzen dies noch thut. Nachdem der Fortschritt der wissenschaftlichen Beobachtungen uns heute manche Aufklärungen über das Wesen der Luftströmungen gegeben hat, haben wir die Pflicht, bei unseren Betrachtungen sorgfältiger vorzugehen.

Herr Dr. Knauss bespricht zunächst in seinem Gutachten[1]) die Erneuerung der erwärmten Luft im Stadtinnern durch kühlere Luft von den Hängen. Er sagt:

„Warum steigt nun aber die zwischen den Häusern erwärmte Luft in die Höhe? Weil sie verdrängt wird von den aus den umgebenden Thalbuchten und von den Bergabhängen herabgleitenden abgekühlten und darum erheblich schwereren Luftschichten. In welcher Richtung diese Luftschichten in unseren Thalkessel eintreten, darüber erhält jeder eine deutliche Vorstellung, der an einem heissen Sommerabend vom Mittelpunkt der Stadt einem Seitenthal zuwandert: in Form einer bei solcher Witterung sehr deutlich bemerkbaren, äusserst erquickenden horizontalen Luftströmung, welcher die warme Luft zwischen den erhitzten Häusermauern ebenso weichen muss, wie ein Stück Kork in einem Gefässe, wenn man Wasser hineingiesst, an die Oberfläche gedrängt wird. Je leichter aber diese frischen Luftschichten zwischen die Häuser und in die Häuserlücken eindringen können, desto vollkommener ist die Wirkung dieser Lufterneuerung, deren lebendige Kraft nicht in dem vertikalen Aufstieg, sondern in der seitlichen Zufuhr frischer kalter Luft liegt! Ohne diese Zufuhr frischer kühler Luft, für welche unsere Waldgebiete ein unschätzbar wertvolles Reservoir bilden, wäre es in Stuttgart im Hochsommer ganz unerträglich heiss; gerade aber die Häuserabstände befördern die gleichmässige Verteilung derselben. Eine lebhafte Luftströmung wird durch die Ausgleichung der verschieden temperierten Luftschichten in der Stadt übrigens nur in der heissesten Jahreszeit und zu gewissen Tageszeiten erzeugt; ganz anders in den Monaten mit mittleren und kühleren Temperaturen. Da bleibt die schwere kalte Luft zwischen den Kälte ausstrahlenden Häusermauern liegen, wie man am deutlichsten fühlt, wenn man beim Eintritt von Tauwetter nach längerer Kälte in enge Gassen und Höfe eintritt.“

Diese Darstellungen müssen in verschiedener Hinsicht berichtigt werden.

Herr Dr. Knauss glaubt, dass der vertikale Luftaustausch, der für den Laien an schönen Sommerabenden durch das Gefühl bemerkbar wird, dadurch zu stande kommt, dass „von den Bergabhängen abgekühlte und darum erheblich schwerere Luftschichten herabgleiten“. Offenbar stellt Herr Dr. Knauss sich vor — und diese Ansicht trifft man öfter — dass diese abgekühlte Luft wie das Labsal eines kühlen Waldbachs von allen Hängen zur Thalsohle herniederriesele. Hier im Thale soll sie die wärmere, leichtere Luft verdrängen, wie das Wasser ein Stück Kork verdrängt. Vergleiche sind immer eine gefährliche Sache und in diesem Falle kann man nicht mehr sagen, der Vergleich hinkt, er ist mehr als lahm.

Es ist zunächst unsere Aufgabe zu prüfen, ob die Abkühlung während der Nacht an den Berghängen, bezw. deren oberen Teilen und Kuppen im Vergleiche zu der in der Stadt doch auch eintretenden Abkühlung eine so wesentlich stärkere ist und sein kann, dass die obere Luft durch die eintretende Vergrösserung ihres specifischen Gewichtes heruntersinken kann. Herr Dr. Knauss hebt ausdrücklich durch gesperrte Schrift hervor, dass hier eine Lufterneuerung stattfinde, „deren lebendige Kraft nicht in dem vertikalen Aufstieg, sondern in der seitlichen Zufuhr frischer kalter Luft liegt“.

Gewiss ist unter sonst gleichen Umständen kältere Luft schwerer als wärmere. Aber das specifische Gewicht oder die Dichte der Luft hängt nicht nur von der Temperatur, sondern auch von dem Drucke ab, unter dem die Luft steht. Wenn Druck und Temperatur im Thale und auf der Höhe bekannt sind, so können wir das specifische Gewicht der Luft (Gewicht eines Kubikmeters Luft in Grammen) berechnen und aus diesen Zahlen sofort sehen, wo die schwere Luft ist. Im vorliegenden Falle wird die Untersuchung wesentlich erleichtert durch den Umstand, dass die meteorologischen Beobachtungen von Stuttgart und von Hohenheim ausführlich gedruckt vorliegen. Die Stuttgarter Beobachtungen sind in der Höhe von 269 m vorgenommen, die Hohenheimer in einer solchen von 402 m. Die nächtliche Abkühlung, die in heiteren Nächten in der freien Lage von Hohenheim eintritt, ist mindestens derjenigen in der gleichen Höhenlage an den Bergabhängen um Stuttgart gleich.

Ich nehme aus den Beobachtungen[2]) als einen beliebigen Sommertag den 5. und 6. Juli 1898 heraus, an welchen unter der Herrschaft hohen Luftdruckes schönes Sommerwetter herrschte, und berechne für diesen Tag vermittelst der Ekholm'schen Tafeln die Dichte der Luft in Stuttgart und Hohenheim. Die allgemeine Luftbewegung war in Stuttgart schwach und aus variabler Richtung gewesen. Die Bewölkung war am Abend halbbedeckt (5 bezw. 6 Zehntel der vollen Bedeckung), dann hatte es nachts aufgeklart, so dass sich in Hohenheim Taufall einstellte. Am Morgen war es in Hohenheim noch wolkenlos, in Stuttgart heiter (3 Zehntel Bedeckung) und in Stuttgart war aufgezeichnet worden, dass es am Morgen etwas neblig war. Offenbar haben wir an diesem ganz zufällig herausgegriffenen Sommertag eine Wetterlage vor uns, die bei dem Mangel von ausgesprochener kräftiger Windströmung

[1]) Die Stuttgarter Stadterweiterung S. 120 und 121.

[2]) Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen in Württemberg im Jahre 1898. Seite 27 und 33.

und bei der starken Ausstrahlung zumal in der Höhenlage das Zustandekommen von Strömungen als unmittelbare Folge von Anomalien in der vertikalen Verteilung der Dichte sehr begünstigen würde. Für jeden anderen beliebigen schönen Sommertag würde die Rechnung ganz ähnliche Zahlen geben [1]).

Hohenheim (Höhe 402 m).

Zeit	Luftdruck in mm	Temperatur in C°	Wind Richtung und Stärke	Bewölkung in Zehnteln des sichtbaren Himmelsgewölbes	Bemerkungen
5. Juli 2h mittags . .	731.6	15.1	NW 3	5	
9h abends . . .	732.4	12.1	NW 3	5	
Temperaturminimum . .	(732.0) [2])	6.7	.	.	
6. Juli 7h morgens . .	732.8	8.8	NW 0	0	Tau
2h mittags . .	732.2	16.3	NW 2	7	

Stuttgart (Höhe 269 m).

Zeit	Luftdruck in mm	Temperatur in C°	Wind Richtung und Stärke	Bewölkung in Zehnteln des sichtbaren Himmelsgewölbes	Bemerkungen
5. Juli 2h mittags . .	743.7	16.2	NW 1	6	
9h abends . . .	743.9	13.4	NE 1	8	
Temperaturminimum . .	(744.5) [2])	8.6	.	.	
6. Juli 7h morgens . .	745.1	10.4	E 1	3	Morgens etwas Nebel
2h mittags . .	744.7	18.0	W 1	7	

Dichte der Luft in Gramm pro Kubikmeter.

Zeit	Hohenheim	Stuttgart	Differenz
5. Juli 2h mittags . . .	1 173.8	1 188.6	14.8
9h abends	1 188.4	1 201.2	12.8
Beim Temperaturminimum .	1 212.2	1 224.5	12.3
6. Juli 7h morgens . . .	1 204.4	1 216.8	12.4
2h mittags	1 170.1	1 181.7	11.6

Zeit	Temperatur Θ welche nötig wäre, damit in Hohenheim die gleiche Dichte wie gleichzeitig in Stuttgart herrscht	Wirklich in Hohenheim beobachtete Temperatur T	Noch weiters nötige Abkühlung T—Θ	Wirklich in Stuttgart beobachtete Temperatur T_0	Hiedurch sich ergebender Temperaturgradient Stuttgart-Hohenheim $T_0—Θ$	Wirklicher Temperaturgradient Stuttgart-Hohenheim $T_0—T$
5. Juli 2h mittags . . .	11.6	15.1	3.5	16.2	4.6	1.1
9h abends . . .	9.3	12.1	2.8	13.4	4.4	1.3
Beim Temperaturminimum	4.1	6.7	2.6	8.6	4.5	1.9
6. Juli 7h morgens . . .	6.0	8.8	2.8	10.4	4.4	1.6
2h mittags . . .	13.5	16.3	2.8	18.0	4.5	1.7

[1]) Ich habe überdies auch noch ausgehend von den Angaben für das Jahresmittel der Temperatur und des Luftdrucks in Stuttgart (269 m) die Temperatur für Marktplatz und Geroksruhe, sowie die Dichte der Luft an diesen Stellen berechnet. Man kommt dabei wieder auf ganz ähnliche Zahlen, so dass ich von deren Abdruck hier absehe und mich auf den obigen konkreten Fall beschränke.

[2]) Der beim Temperaturminimum in der Nacht herrschende Barometerstand kann mit hinreichender Genauigkeit interpoliert werden. Die Angaben über Windrichtung und Bewölkung fehlen selbstverständlich für diese Zeit.

Berechnet man aus den Angaben für Luftdruck und Temperatur die Dichte der Luft (angegeben in Gramm pro Kubikmeter) sowohl für Hohenheim als für Stuttgart, so sieht man, dass durchaus, sowohl unter Tags, als während der Nacht die Luft in der Höhe von 402 m leichter ist als in der Höhe von 269 m. Auch in der Nacht ist trotz des Aufklarens, das zu Taubildung führte, in der Höhe der Kubikmeter Luft noch um 12 Gramm leichter als unten im Thale, also gewiss „nicht erheblich schwerer".

Nur um zu zeigen, wie unmöglich die Vorstellung ist, dass durch die nächtliche Ausstrahlung die Luft in der Höhe „erheblich schwerer" werde als jene im Thale, habe ich vermittelst der Ekholm'schen Tafeln auch noch berechnet, welche Temperatur in Hohenheim bei dem wirklich beobachteten Luftdrucke die Luft haben müsste, um die gleiche Dichte zu haben, die in Stuttgart zu derselben Zeit bestand. Nennen wir diese Temperatur Θ und vergleichen wir sie mit der Temperatur T, die in Hohenheim wirklich beobachtet wurde, so sehen wir, dass selbst zur Zeit des Minimums der Temperatur noch eine weitere Abkühlung um 2,6° und in Mittel der vorliegenden 5 Bestimmungen eine solche von 2,9° notwendig gewesen wäre, um der Luft in Hohenheim nur die gleiche Dichte wie jene, die im Stuttgarter Thal bestand, zu geben. Diese Temperaturen Θ zeigen gegen die wirklich beobachteten Temperaturen T in Stuttgart eine vertikale Temperaturabnahme von durchschnittlich 4,5°, was bei dem Höhenunterschied von 133 m ganz unmöglich ist, da eine Temperaturabnahme von 1° pro 100 m schon die Grenze des labilen Gleichgewichtes in der Atmosphäre ist. Es ist wohl nicht nötig zu bemerken, dass schon die Luftdruckbeobachtungen ganz andere Zahlen geben müssten, wenn bei den gegebenen Höhenunterschieden und horizontalen Entfernungen von Stuttgart und Hohenheim so sehr viel grössere Temperaturabnahme als 1° pro 100 m auftreten würde.

Die Zahlen, welche in der letzten Kolumne den wirklichen Temperaturgradienten zwischen Stuttgart und Hohenheim geben, überschreiten bereits das Mass der Temperaturabnahme, das in der freien Atmosphäre zulässig wäre, ohne einen aufsteigenden Luftstrom zu bedingen. Man darf für freie Lagen im Mittel sagen, dass im Sommer die Temperaturabnahme pro 100 m 0,6° beträgt, also für die Höhendifferenz Hohenheim-Stuttgart angenähert 0,8°. In der Nacht ist die Temperaturabnahme etwas geringer, unter Tags etwas grösser. An den von uns betrachteten beiden Tagen, den 5. und 6. Juli 1898, ist die Temperaturabnahme zwischen Stuttgart und Hohenheim grösser als 0,8°, und zwar um 0,3 bis 1,1°. Der Mehrbetrag giebt offenbar an, um wieviel an einem solchen schönen Sommertag bezw. Sommernacht Stuttgart zu warm ist. Um so viel ist also durch den Einfluss der erwärmten Häusermassen die Luft in der Stadt geheizt. Dieser Ueberschuss an Wärme giebt der Luft über der Stadt einen wenn auch geringen Auftrieb. Immerhin trägt dies auch mit bei, die staub- und russbeladene Luft der unteren Schichten etwas zu heben, so dass dann der im Thale wehende leichte Bergwind, dessen Entstehung wir im weiteren ableiten werden, sie leichter zerstreuen kann.

Ich habe mich hier vielleicht etwas zu weit in die rechnerische Ausführung eingelassen, aber es schien mir wirklich wünschenswert, an einem konkreten Beispiele zu zeigen, dass die Vorstellung, die Luft an den Berghängen werde durch Abkühlung „erheblich schwerer", als jene im Thale, zu ganz unmöglichen Zahlen führt. Wenn die Luft in den Höhenlagen durch die Abkühlung eine solche Verdichtung erfahren würde, müsste auf der bayrischen Hochebene von den Alpen her, zumal im Herbst und Frühling, wenn die Berge beschneit sind, das Vorland aber schneefrei ist, ein beständiger Bergwind wehen. Herr Dr. Knauss hat auch jedenfalls diesen abendlichen Luftaustausch als ein, natürlich entsprechend den Höhenverhältnissen abgeschwächtes Auftreten des Bergwindes, der eine typische Erscheinung in unserem Gebirge ist, aufgefasst. Es ist dies auch gewiss richtig, nur ist es notwendig, die Mechanik des ganzen Vorganges richtig darzustellen, da dies für die uns vorliegende Frage von einschneidender Bedeutung ist.

Wäre die Erscheinung des Bergwindes dadurch bedingt, dass kalte und deshalb schwerere Luft nur längs der Berghänge dem Gesetze der Schwere folgend heruntergleitet, dann könnte man ja zunächst denken, dass durch Aufführung von zusammenhängenden Gebäudereihen dieser Zufuhr von frischer Luft, die längs der Berghänge herabgleitet, ein wesentliches Hindernis entgegengestellt werde, obwohl selbst eine solche Luftströmung über ein Hindernis dieser Art aus Gründen, die sich bei der weiteren Besprechung ergeben werden, ohne wesentliche Hemmung weggehen würde.

Die Erklärung des Berg- und Thalwindes hat auch in meteorologischen Fachkreisen lange Zeit Schwierigkeiten bereitet. Wir verdanken die richtige Erklärung dem berühmten Wiener Meteorologen Julius Hann und ich folge im nachstehenden der von ihm herrührenden Darstellung.

In nebenstehender Fig. 1 stelle $a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0$ das Profil eines Berghanges bis zu seinem Fusse herunter dar. Wenn wir uns denken, es sei die Temperatur gleichmässig verteilt, so

würde die Dichte der Luft in der gleichen Höhe überall die gleiche sein, so dass die Flächen gleichen Druckes horizontale Ebenen bilden würden, die in unserer Zeichnung als horizontale Gerade $a_5 b_5$, $a_4 b_4$, $a_3 b_3$, $a_2 b_2$, $a_1 b_1$ sich darstellen würden. Die Richtung der Schwer-

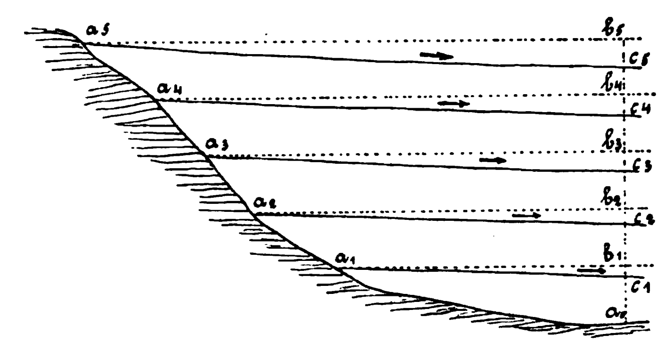


Fig. 1. **Die nächtliche Luftströmung an einem Berghang.**

kraft stünde dann senkrecht auf den Flächen gleichen Druckes, so dass kein Grund zu einer Verschiebung der Luftmassen gegeben wäre, es würde also völlige Ruhe bestehen. Nun wollen wir uns aber vorstellen, es mache sich in der Luft die nächtliche Abkühlung geltend. Durch diese Abkühlung werden die Luftsäulen über den Punkten $a_0 a_1 a_2 a_3 a_4$ verkürzt und sie werden um so mehr verkürzt, je länger sie sind. Unter den Punkten $a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0$, die an der Oberfläche des Berghanges sich befinden, sinkt keine Luftsäule zusammen, an ihnen ändert sich also auch der Luftdruck nicht, während über a_0 der Luftdruck sich in der Weise ändert, dass der mit a_5 gleiche Luftdruck, der vorher in b_5 sich vorfand, erst in der tieferen Lage c_5 getroffen wird. Die ursprünglich horizontal liegende Fläche gleichen Druckes $a_5 b_5$ hat nun die schräge Lage $a_5 c_5$ angenommen. Die Richtung der Schwerkraft steht auf dieser Fläche $a_5 c_5$ nicht mehr senkrecht, es muss also infolge der Schwere die Luft längs der Fläche $a_5 c_5$ von a_5 gegen c_5 gleiten. Das gleiche findet an den anderen Niveauflächen statt, die nun in die Lagen $a_4 c_4$, $a_3 c_3$ u. s. w. übergehen.

Wenden wir nun diese Darstellung von dem einseitig gegen das Flachland abfallenden Gebirge auf die beiderseitigen Hänge des Thales an, so erhalten wir die Darstellung der Fig. 2 und 3. Nicht wie ein kühler Waldbach fliesst die Luft längs der Hänge in das Thal. Auf den Flächen gleichen Druckes, die infolge der nächtlichen Abkühlung nicht mehr horizontale Ebenen sind, sondern über der Thalmitte eine Einsenkung zeigen, gleitet die

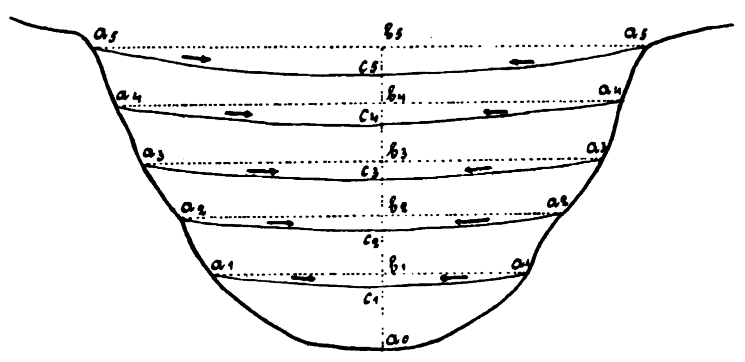


Fig. 2. **Die nächtliche Luftströmung an den beiderseitigen Hängen eines Thales.**

Luft von den Hängen hinweg in den freien Thalraum. Das Stuttgarter Thal hat aber nicht nur seine seitlichen Hänge, sondern auch seinen rückwärtigen Abschluss gegen Kaltenthal, Vogelsang, Bothnang, während das ganze Thal sich gegen seine Ausmündung in das Neckarthal zu senkt. Auch in der Längsrichtung des Thales findet die entsprechende Senkung der Flächen gleichen Druckes statt, so dass auch ein Gefälle gegen das Neckarthal zu und damit auch ein Abfliessen der Luft von den Höhen bei Rothenwald, Sofienbrunnen, Bothnang gegen das untere Ende des Thales zu stattfindet. Diese Trift in der Längsrichtung des Thales verbindet sich mit der von seitwärts zufliessenden Luft und es entsteht so jene Luftdrainage, die von seitwärts der Stadt zufliesst und über sie hinweg in das Neckarthal hinauszieht.

Diese Luftdrainage ist bedingt durch die Umgestaltung, welche die Flächen gleichen Druckes durch die nächtliche Abkühlung erfahren, so dass von der Sohle des Thales bis zur Höhe der das Thal einschliessenden Berghänge sämtliche Niveauflächen ein Gefälle im gleichen Sinne wie das Thal selbst zeigen. Die Strömung geht nicht nur über das Thal hinweg, sondern sie reicht bis auf dessen Sohle herab. Aber sie ist anderseits auch nicht nur auf die Schichten beschränkt, welche direkt dem Gelände aufliegen. Wenn nur die Luft direkt am Hang durch Abkühlung „erheblich schwerer" geworden wäre, so würde sie längs des Geländes herabrieseln. Es ist für uns sehr wichtig, einzusehen, dass die Luft längs den Flächen gleichen Druckes von den Hängen frei hinweg in den Thalraum einfliesst.

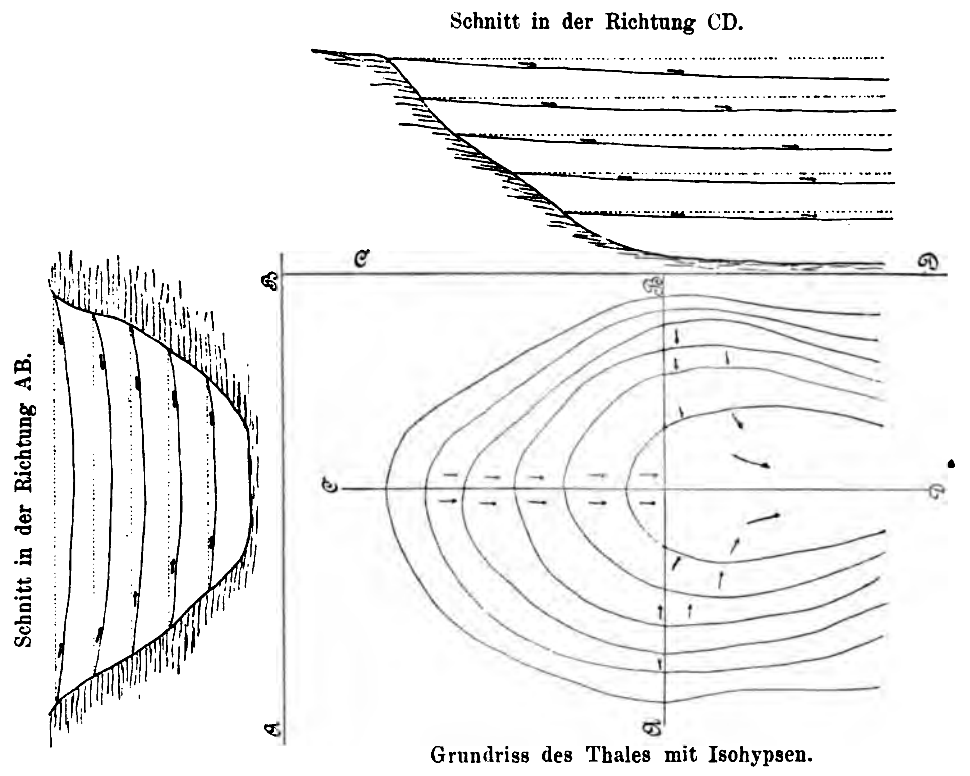


Fig. 3. **Die nächtliche Luftströmung in einem gegen D offenen Thale.**

Wenn man sich einen Querschnitt durch das Stuttgarter Thal in seiner Längsrichtung oder quer über das Thal entwirft und in demselben die horizontalen und vertikalen Dimensionen in gleichem Masse aufträgt, so wird gewiss niemand auch nur einen Moment denken, dass dieses Thalprofil in seinem Wesen geändert werde, wenn man gleichfalls im richtigen Massstab bestehende und projektierte Häuserreihen einzeichnet. Es werden also auch alle früheren Ueberlegungen bestehen bleiben. Mit und ohne Häuserbauten wird sich der natürliche Vorgang in der gleichen Weise abspielen, die nächtliche Abkühlung bedingt wieder die Senkung der Flächen gleichen Druckes über der Thalmitte und die Erscheinung des Bergwindes wird in 100 Jahren der Grossstadt Stuttgart frische Luft zuführen, wie sie es zur Zeit der Grossväter that.

Die natürliche Ventilation durch den Bergwind ist ein grosser hygieinischer Vorteil. Diese Erscheinung entwickelt sich um so intensiver, je ruhiger und klarer die Witterung im allgemeinen ist, so dass die nächtliche Abkühlung durch Ausstrahlung möglichst zur Entwicklung kommt. Es wäre aber doch für Stuttgart sehr bedauerlich, wenn die Erneuerung der Stadtluft in anderen Zeiten, bei trübem und unruhigem Wetter wesentlich geringer wäre. Es wird indes gewiss niemand glauben, dass in Stuttgart kein Wind wehe. Die Lage im Thale schützt Stuttgart vor den rauhen Winden, die sich zum Beispiel auf der freiliegenden bayerischen Hochebene sehr unangenehm geltend machen können. Die Windstärke ist im Stuttgarter Thale selbstverständlich eine geringere als auf der Filderebene, und diese natürliche Thatsache bringt neben grossen Vorteilen auch kleine Nachteile. Wir müssen uns aber nun die Frage vorlegen, ob diese Verminderung der Windstärke und der dadurch bedingten natürlichen Lüftung eine so weitgehende ist, dass sie hygieinische Gefahren für Stuttgart bedingt und daher zu besonderen Vorschriften über Bebauung Anlass geben kann.

Um solche Vorschriften aus Rücksicht auf die Luftversorgung der Stadt begründen zu können, müsste man zeigen, dass die natürlichen Verhältnisse, welche das Thal als solches bietet, nur durch eine sehr weitläufige Bauart erhalten werden können.

Es wird also unsere Aufgabe zunächst sein, uns eine Vorstellung darüber zu machen, in welcher Weise durch das Stuttgarter Thal überhaupt die allgemeinen Luftströmungen, die Winde, abgeändert werden. Haben wir uns dies klargelegt, dann wird es auch leicht sein, die weitere Frage zu beantworten, ob diese natürlichen Verhältnisse durch die Bebauung künstlich so wesentlich verändert werden, dass es geboten erscheint, nur aus Rücksicht auf die natürliche Lüftung schwere Bauvorschriften zu geben.

Die vorherrschende Windrichtung ist in der Umgebung von Stuttgart, wie für den grössten Teil von Württemberg, wenn wir einen Ort mit freier Lage nehmen, Südwestwind. Die Beobachtungen in Hohenheim[1]) geben auch in der That Südwestwind als vorherrschende Windrichtung.

Es fällt diese Richtung sehr günstig nahezu mit der Hauptrichtung des Stuttgarter Thales zusammen. Wir haben uns daher zunächst zu fragen:

„Wirkt eine in der Richtung des Thales über dasselbe als oberer Wind hinwehende Strömung auch auf die (zunächst ruhend gedachte) Luft im Thale ein und in welcher Weise kommt diese Wirkung zu stande?“

Die Bahnen, welche die Luftteilchen in einer Windströmung beschreiben, sind mit Ausnahme ganz besonderer Fälle in der freien Atmosphäre, d. h. in grösserer Entfernung über dem Boden, oder auch über einer glatten Fläche, über dem Meere, sicherlich nur ausserordentlich wenig von horizontalen Strömungen abweichend. In und um Gewitterwolken, in einzelnen Sturmwirbeln kann sich eine rascher aufsteigende Bewegung ergeben, bei Föhnwinden mag die absteigende Bewegung ausgesprochen zur Geltung kommen. Sonst aber sind die Strömungen in der freien Atmosphäre nahezu horizontal, im Depressionsgebiet im allgemeinen mit einer leichten Richtungskomponente nach oben, am Rande des barometrischen Maximums schwach nach unten geneigt.

Ebenso wissen wir aus Anemometeraufzeichnungen, aus dem Zuge der Wolken, aus den Beobachtungen im freien und gefesselten Ballon, dass die Windgeschwindigkeit vom Boden nach oben im allgemeinen rasch zunimmt. Die unteren Luftschichten, welche schwerer und daher träger sind, folgen nicht sofort dem rascheren Zuge der leichteren oberen Luftströmungen. Selbst auf einer glatten Fläche, wie auf dem Meere haften die unteren Luftschichten an dieser Fläche und bringen diese selbst bei dem Bestreben, auch ihr die Bewegung mitzuteilen, in die Wellenbewegung in allen ihren Abstufungen. Im Binnenlande wird die Bewegung der unteren Luftschichten aber nun noch viel mehr verzögert durch all die kleinen und grossen Hindernisse, welche die Geländeformen diesen Luftströmungen entgegensetzen. Diese Hindernisse treten in allen Grössen auf, von der Rauhheit des gepflügten Ackerbodens beginnend, bis zu Hemmungen in der Form von Wäldern, Gebäuden, von Hügeln und Gebirgen. Je grösser das Hindernis ist, je weiter es in die Lufthülle hineinragt, desto weiter erstreckt sich sein hindernder Einfluss.

Aber stets haben wir eine wichtige Thatsache zu beachten, die nicht immer vollständig richtig erfasst wird. Die Art und Weise, in welcher durch ein Hindernis Luftströmungen abgelenkt werden, ist, wenn auch in mancher Hinsicht ähnlich, so doch in einem entscheidenden Punkte anders als bei Wasserströmungen.

Trifft ein strömendes Wasser auf ein Hindernis, so wird es suchen, wenn möglich dies Hindernis seitwärts zu umgehen, es wird das Hindernis umströmen, und es wird unter Umständen ganz aus seiner Bahn abgelenkt werden, wie wir dies fast bei jedem Flusslauf sehen können. Es ist dies bedingt durch den Einfluss der Schwere und die geringe Kompressibilität des Wassers.

Trifft eine Luftströmung auf ein Hindernis, so dass sie infolge der lebendigen Kraft der Bewegung gegen dasselbe gepresst wird, so wird die Luft nach der Seite auszuweichen suchen, wo sie den geringsten Widerstand findet, d. h. vor allem nach oben. Dies ist der ganz wesentliche Unterschied zwischen Luftströmung und Wasserströmung, dass die Luft die Fähigkeit hat, sich nach oben auszudehnen. Der Druck, der infolge der lebendigen Kraft der Bewegung an der Stirnseite des Hindernisses entsteht, zwingt sofort die Luftströmung nach der Seite des geringsten Druckes, d. h. nach oben auszuweichen. Der Wind, die Luftströmung, überschreitet also den Kamm des Hindernisses, etwa einen Hügel, mit einer auch noch eine Strecke weit darüber hinaus schräg nach aufwärts gerichteten Bewegung. Die ruhende Luft hinter dem Hindernisse wird aber durch diese oben darüber weggehende Strömung gleichfalls, wenn auch in geringerem Masse, in Bewegung versetzt und weggeführt, so dass hinter dem Hindernisse eine leichte Luftver-

---

[1]) Beschreibung des Königl. Württembergischen Landwirtschaftlichen Instituts Hohenheim. S. 38.

dünnung entsteht, die ihrerseits nun die obere Strömung wieder infolge einer Saugwirkung herniederzusteigen zwingt. So bilden sich auf der Rückseite unregelmässige Wirbel, die mit der oberen Strömung fortschreiten, bis an einem neuen Hindernisse neue Bahnverlegungen entstehen.

Schon 1890 hat Professor Cleveland Abbe in einer sehr interessanten Studie[1]) unter anderem eine Skizze gegeben, welche die Bahnen der Luftströmungen über welligem und hügeligem Gelände giebt. Wir reproduzieren dieselbe hier, da sie sich mit unseren Ausführungen so vollkommen deckt.

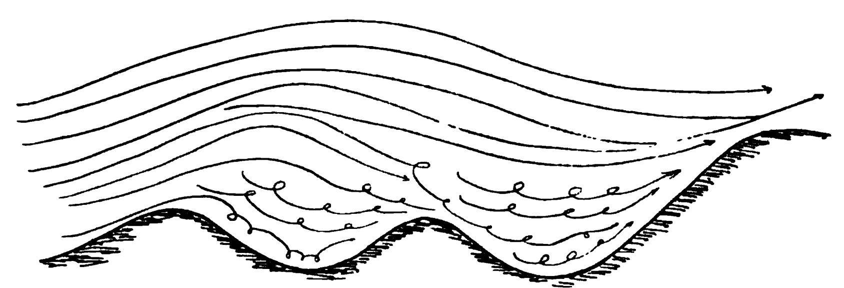


Fig. 4. **Luftströmungen über welligem und hügeligem Gelände nach Abbe.**

Diese unregelmässigen Wirbel, welche sich in die Strömungen der unteren Luftschichten infolge der Reibung mit den Geländeformen einlagern müssen, sind auch die Ursache, warum der Wind im Binnenlande niemals diese Stetigkeit aufweist, wie auf der See oder an der Küste.

Als solche Luftströmung, schon mit eingelagerten unregelmässigen Wirbeln, überstreicht der Südwestwind das Stuttgarter Thal. Die Luft in demselben wird zunächst in den oberen Schichten, und allmählig immer tiefer herabreichend gleichfalls in Bewegung versetzt, wie dies der Fall ist hinter einem Hindernis. Eben weil die Luft in der Höhe rascher weht, wirkt sie ansaugend auf die ursprünglich ruhende Luft im Thale. Das Eintauchen der oberen freien Luftströmung, des allgemeinen Südwestwindes, in das Thal findet in Wogen und unregelmässigen Wirbeln statt. Jedes Haus an den Hängen, jede Häuserreihe giebt wieder Anlass zu ähnlichen wogenden und wirbelnden Bewegungen. Da aber die Triebkraft der ganzen Bewegung, der freie Südwestwind der höheren Schichten ungehindert oben über das Thal weggeht, wird jedes solche einzelne Hindernis leicht überwunden. Neue Luft wird von oben, über die Häuser hinweg, der Stadt zugeführt.

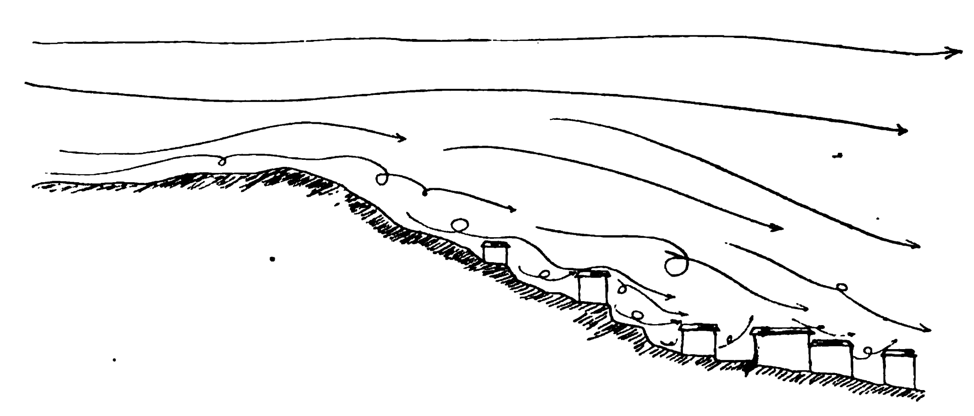


Fig. 5. **Die Luftströmung in dem bebauten Thale unter dem Einfluss des ungehemmten oberen Windes.**

Würde man in unsere Skizze (Fig. 5) die Gebäude an den Hängen und im Thale im richtigen Massstabe, d. h. in einem für horizontale und vertikale Erstreckungen gleichen Massstabe, einzeichnen wollen, so würde man sehen, dass im Verhältnis zu den Höhen der Stuttgart umgebenden Berge die Gebäude nur verschwindende Hindernisse bilden. Der Wind geht in Wogen über die Gebäude hinweg. Auch die Luft, die im Windschatten von Gebäuden

[1]) Preparatory studies for deductive methods in Storm and Weather Predictions by Professor Cleveland Abbe. Washington 1890. S. 40.

liegt, kann nicht völlig ruhig bleiben, sie wird von der oberen Strömung angesaugt und fortgeführt, so dass andere erneute Luft an ihre Stelle treten muss[1]).

An früherer Stelle[2]) war gezeigt worden, dass wie alle Städte, so auch Stuttgart etwas wärmer als eine entsprechende freie Lage im Lande erscheint. Dieser Temperaturüberschuss erzeugt über den Städten eine leichte aufsteigende Luftbewegung, die allerdings nicht hoch reichen kann und an und für sich nicht genügen würde, um eine hinreichende Lufterneuerung für die Stadt zu gewähren. Aber immerhin trägt sie dazu bei, insbesondere die gasförmigen Verbrennungsprodukte und den Rauch etwas in die Höhe zu führen, so dass der freie obere Südwestwind dieselben leichter zerstreut.

Um die durch den Wind bestätigte Zerstreuung solcher Verbrennungsprodukte zu schildern, darf ich mir gestatten, eine äusserst charakteristische Beobachtung anzuführen, welche ich gelegentlich einer Ballonfahrt machte.

Am 6. September 1898 machte ich an einem wolkenlosen Morgen als Ballonführer eine dienstliche Fahrt. Der Wind war sehr schwach, am Boden fast Windstille. In grösserer Höhe fanden wir dann leichten Nordostwind, der uns über den Ammersee hinweg nach Landsberg zu führte, wo ich dann in der Nähe des Lechs landete. Von meinem Standpunkte im Ballon aus sah ich tief unter mir die charakteristische Schichte von Rauch und schwarzem Nebel, die bei der geringen Luftbewegung über der Stadt München lagerte, von oben, also im auffallenden Lichte, so dass ich deren Verteilung bis an ihr Ende verfolgen konnte. Wenn man von unten im durchfallenden Licht diesen Nebel betrachtet hätte, so würde er in seinen äusseren Teilen nicht sichtbar gewesen sein, weil er doch zu dünn war und höchstens das Blau des Himmels etwas trüben konnte. Von oben, im auffallenden Lichte aber sah man, dass diese schwarze Nebelschichte, wenn auch allmählich dünner werdend, unter unserem Ballon sich im Nordostwind bis fast zum Ammersee verfolgen liess. Der Rauch der Fabrikkamine am Rande der Stadt wies von allen Seiten gegen das Innere Münchens. Dort stieg die gesamte trübe Luft infolge der Erwärmung der Stadt in die Höhe und ward oben als riesige Rauchfahne durch den Nordost so weit verfrachtet. Ich hatte so die Gelegenheit von meinem allerdings ungewöhnlichen Standpunkt aus dank der günstigen Beleuchtung und bei dem stetigen schwachen Nordostwind der höheren Luftschichten gewissermassen experimentell den Einfluss der Stadterwärmung zu beobachten.

Ob wir den Fall betrachten, dass bei stillem heiterem Wetter eine Lufterneuerung nach Art des Bergwindes eintritt, oder ob wir uns den anderen Fall denken, dass bei heiterem oder trübem Wetter mit allgemeiner Luftbewegung der Südwest über das Thal hinstreicht, immer müssen wir zu der Ueberzeugung kommen, dass die Luftbewegung vor allem im freien Raume über die Stadt hinweggeht, und sich von oben über die Häuser hinweg in die Strassen und Plätze hereinsenkt. Bei dieser Art von Bewegung können aber Gebäude, sei es einzeln oder in Strassen, die Luftzufuhr nicht abschneiden. Der ganze Mechanismus der Luftbewegung wird sich im Stuttgarter Thal auch dann noch unverändert abspielen, wenn die rasche Entwicklung der schönen Stadt nicht durch schwere Bauvorschriften gehemmt wird. Insbesondere kann ein Einfluss des Bauwichs gar nicht in Betracht kommen, solange die Luft von oben aus dem freien Raume in die Stadt eindringen kann. Diesen natürlichen Weg wird aber auch in ferner Zeit die Luft einschlagen. Weder Bauwich noch Beschränkung der Häuserhöhe wird die Luft verlocken, von diesem einfachsten und natürlichsten Weg abzuweichen.

Möge es mir vergönnt sein, durch diese Darstellung der natürlichen Lüftung des Stuttgarter Thales Befürchtungen zu zerstreuen, welche geeignet wären, den in den Gutachten von Gemeinderat Dr. Rettich und Professor Nussbaum dargelegten und in anderen grossen Städten wohl längst als berechtigt anerkannten Grundsätzen entgegenzutreten und so der Entwicklung der schönen Stadt Stuttgart ernstliche Schwierigkeiten zu bereiten.

München, im April 1902.

Fritz Erk.

---

[1]) Man kann die Wirbel hinter einem Hause sehr leicht sichtbar machen, wenn man an der rückwärtigen Dachkante einen Kinderballon mit einem Faden aufhängt. Bald absteigend, bald aufsteigend tanzt der Ballon in der wirbelnden Luft.

[2]) Siehe S. 5.



